

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE BARRA DO BUGRES
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA
EM REDE NACIONAL – PROFMAT

SILVANA YOKO TATEIRA

PRODUTO EDUCACIONAL
PROJETO DE AUTONOMIA ENERGÉTICA SOB A PERSPECTIVA DO ENSINO DE
MATEMÁTICA

BARRA DO BUGRES (MT)

2024

SILVANA YOKO TATEIRA

PRODUTO EDUCACIONAL

**PROJETO DE AUTONOMIA ENERGÉTICA SOB A PERSPECTIVA DO ENSINO DE
MATEMÁTICA**

BARRA DO BUGRES (MT)

2024

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
	Introdução	1
2	CONCEITOS MATEMÁTICOS E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE ETANOL	3
2.1	Função Afim	4
2.1.1	Regra de três simples	5
2.2	Medidas de comprimento, área e volume	7
2.2.1	Medida de Comprimento	7
2.2.2	Medidas de Massa	8
2.2.3	Medidas de Capacidade	8
2.3	Área de figuras planas	9
2.3.1	Área do Quadrado e do Retângulo	9
2.3.2	Área do Paralelogramo	10
2.3.3	Área do Triângulo	11
3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	12
3.1	Aula 1 - Um Retrospecto da Jornada de Bautista Vidal e Suas Ideias de Autonomia Energética.	12
3.1.1	Objetivo:	12
3.1.2	Tempo:	12
3.1.3	Local:	12
3.1.4	Recursos utilizados:	12
3.2	Aula 2 - A Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil e Seu Desenvolvimento Histórico	14
3.2.1	Objetivo:	14
3.2.2	Tempo:	14
3.2.3	Local:	14
3.2.4	Recursos utilizados:	14
3.3	Aula 3 - Experimento de Produção de “Etanol” Não Comercial – Primeira Etapa	16

3.3.1	Objetivo:	16
3.3.2	Tempo:	16
3.3.3	Local:	17
3.3.4	Recursos utilizados:	17
3.4	Aula 4 - Finalização do Experimento de Produção de Etanol Não Comercial	19
3.4.1	Objetivo:	19
3.4.2	Tempo:	19
3.4.3	Local:	19
3.4.4	Recursos utilizados:	19
4	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O presente produto educacional é fruto de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Matemática (PROFMAT) e tem como objetivo contribuir para o ensino de temas relacionados à autonomia energética no Ensino Médio. A proposta busca integrar disciplinas e oferecer aos professores um material didático prático e interdisciplinar que possa ser utilizado em minicursos voltados para alunos dessa etapa de ensino.

A busca por soluções energéticas sustentáveis e a valorização do potencial brasileiro são temas de extrema relevância na atualidade. Neste contexto, o legado de Bautista Vidal, um dos maiores defensores da autonomia energética no Brasil (Filho; Vasconcelos; Jr, 2003), destaca-se como uma fonte de inspiração e aprendizado. Esta sequência de aulas foi planejada para explorar as contribuições de Vidal (Rocha; Filho, 2015), as potencialidades da cana-de-açúcar e a produção de etanol (VIDAL, 1966) como uma alternativa viável e sustentável.

Apresentamos o estudo sobre o uso da matemática como ferramenta essencial para otimizar processos na produção de etanol. A partir de conceitos fundamentais, como proporcionalidade, regra de três simples, função, porcentagem, tabelas e gráficos, são abordadas as principais aplicações desses conhecimentos na indústria sucroalcooleira, permitindo o aprimoramento de etapas produtivas e previsão de demanda.

Com uma abordagem interdisciplinar, as aulas integram conhecimentos de ciência, matemática, história, geografia, física e química, oferecendo aos alunos uma visão ampla sobre o tema. Desde a introdução à vida e obra de Bautista Vidal até a realização de um experimento prático para a produção de etanol, os conteúdos buscam promover o pensamento crítico, o aprendizado prático e a conscientização sobre a importância de soluções energéticas renováveis.

Ao longo desta sequência, os alunos terão a oportunidade de:

- Compreender o papel histórico e científico de Bautista Vidal.
- Refletir sobre o potencial energético e econômico do Brasil, especialmente no uso da cana-de-açúcar.
- Aplicar conceitos matemáticos, físicos e químicos em um experimento que ilustra os fundamentos da produção de biocombustíveis.

Por meio dessa abordagem, o objetivo é não apenas transmitir conhecimento técnico, mas também despertar nos alunos a curiosidade científica, a criatividade e a percepção da ciência

como uma ferramenta essencial para enfrentar os desafios do mundo moderno.

2 CONCEITOS MATEMÁTICOS E APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO DE ETANOL

Nesse capítulo abordaremos alguns conceitos matemáticos, presentes na educação básica, tais como Função Afim, Proporcionalidade, Regra de três e Porcentagem e os utilizaremos como ferramenta de análise dos dados da produtividade do etanol de cana de açúcar e de milho. Os dados serão extraídos de fontes tais como a CONAB, que dispõe da produtividade do etanol, em larga escala, em diversas regiões do Brasil. Nossa intenção é, de posse desses dados e dos conceitos matemáticos acima, poder produzir estimativas da produtividade do etanol mesmo para pequenos terrenos, para a agricultura familiar, para assentamentos, enfim, para pequenos produtores.

Antes de apresentar tais conceitos, algumas questões devem ser levadas em conta quanto a comparação matemática entre o milho ou a cana de açúcar para a produção do etanol, pois esses produtos têm muitas diferenças para além dos simples números de sua produtividade. Diferentemente da cana que seca e perde a umidade e o caldo, o milho pode ser armazenado por até três anos. Um pedaço de cana cortado não dura uma semana. Do ponto de vista econômico essas diferenças têm bastante influência na decisão. Do ponto de vista da cadeia alimentar o milho cumpre diversas funções devido ao seu poder energético: farinha de milho, cuscuz de milho, óleo de milho, curau etc. Da cana de açúcar se faz obviamente açúcar, cachaça, caldo de cana, do ponto de vista da cadeia alimentar não tem como comparar esses dois produtos eles cumprem funções alimentares absolutamente importantes e incomparáveis.

A mera comparação de números da produtividade só faz sentido quando se abstrai das utilidades desses produtos na cadeia alimentar. Além disso é preciso levar em conta que vivemos em um país em que a fome sempre ameaçou parte substancial dos trabalhadores, por exemplo, de acordo com o IBGE 27,6% dos lares brasileiros, isto é, mais de 50 milhões de brasileiros convivem com a insegurança alimentar (IBGE, 2024). Além disso, nunca é demais lembrar que em 2020 o Brasil, segundo a Conab (CONAB, 2024), bateu recorde na produção de grãos com destaque para milho, soja, feijão e arroz. Porém, no mesmo ano, o país voltou para o mapa da fome (Gov, 2024). Isso reforça que a decisão de fazer etanol de milho ou de cana de açúcar não pode se basear apenas em meros números de produtividade, mas sim se esses produtos estão integrados na cadeia alimentar da população e atendendo as suas necessidades básicas.

Supondo um pequeno agricultor que produz o excedente tanto de cana de açúcar quanto

de milho podemos fazer o uso dos números e fazer comparativo da produtividade. Inclusive algumas questões legais impede a venda e o armazenamento do etanol, restando o escambo ou o consumo próprio do mesmo, a tabela abaixo

2.1 Função Afim

Uma função $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ chama-se afim quando existem constantes $a, b \in \mathbb{R}$ tais que $f(x) = ax + b$ para todo $x \in \mathbb{R}$. Quando $b = 0$, chamamos a função $f(x) = ax$ de função linear, que é o modelo matemático para os problemas de proporcionalidade.

A proporcionalidade é, provavelmente, a noção matemática mais difundida na cultura de todos os povos e seu uso universal data de milênios. Diremos que uma função $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que, para quaisquer números reais c e x tem-se $f(cx) = c \cdot f(x)$, é uma proporcionalidade direta.

Teorema Fundamental da Proporcionalidade Seja $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ uma função crescente. As seguintes afirmações são equivalentes:

1. $f(nx) = nf(x)$ para todo $n \in \mathbb{Z}$ e todo $x \in \mathbb{R}$;
2. Pondo $a = f(1)$, tem-se $f(x) = ax$ para todo $x \in \mathbb{R}$;
3. $f(x+y) = f(x) + f(y)$ para quaisquer $x, y \in \mathbb{R}$.

Demonstração. A demonstração deste Teorema pode ser encontrada na referencia (Lima, 2013).

□

Em algumas situações, o Teorema Fundamental da Proporcionalidade precisa ser aplicado a grandezas (como área ou massa, por exemplo) cujas medidas são expressas apenas por números reais positivos.

Então temos uma função crescente $f : \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}_+$. Neste caso, as afirmações do Teorema leem-se assim:

1. $f(nx) = nf(x)$ para todo $n \in \mathbb{N}$ e todo $x \in \mathbb{R}_+$;
2. Pondo $a = f(1)$, tem-se $f(x) = ax$ para todo $x \in \mathbb{R}_+$;
3. $f(x+y) = f(x) + f(y)$ para quaisquer $x, y \in \mathbb{R}_+$.

Portanto, com o conceito de proporcionalidade. Uma proporcionalidade é uma função $f : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$, definida por $f(x) = ax$, com $a > 0$. O número real a é chamado de constante de

proporcionalidade. Note que se f é uma proporcionalidade, então dados x_1, x_2 , com $f(x_1) = y_1$ e $f(x_2) = y_2$, então $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$, pois, $y_1 = ax_1, y_2 = ax_2$, o que torna ambas as frações iguais a a . A igualdade $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2}$ é chamada de proporção.

2.1.1 Regra de três simples

Dada uma proporção, chamamos de Regra de Três o problema de, conhecidos três dos números x_1, x_2, y_1 e y_2 , determinar o quarto. (É uma ferramenta utilizada na resolução de problemas envolvendo duas grandezas proporcionais.)

Exemplo: Com a cana-de-açúcar é possível obter diversos produtos, entre eles o álcool combustível. Para obter 75 litros de álcool combustível são necessários, aproximadamente, 1250 Kg de cana-de-açúcar. Quantos litros de álcool combustível, no máximo, podem ser produzidos com 2000 Kg de cana-de-açúcar?

Resolução:

<i>quilograma</i>	<i>litros</i>
1250	75
2000	x

Resolvendo a regra de três acima, obtemos $x = 120$ litros

Chamamos de porcentagem uma fração com denominador 100. É usual a notação $x\%$ (lê-se x por cento) para denotar a porcentagem $\frac{x}{100}$ que significa x partes de 100.

Por exemplo: $40\% = \frac{40}{100}$

Utilizaremos a tabela abaixo

Produto	Ton/ha	Litros/ton	Litros/ha
Cana-de-açúcar	80	90	7200
Milho	6	407	2500

Tabela 1 – Fontes: UNICA/Embrapa (2017); análise: Innovatech (2019)

Nos dados da Tabela 1 considera-se valores típicos da produção na região centro-sul do País.

Construiremos agora a função que associa a cada x metros quadrados de área plantada a quantidade de litros de etanol tanto de cana de açúcar quanto de milho. Seja $C(x)$ a quantidade de litros de etanol de cana de açúcar em x metros quadrados de área plantada.

À partir da tabela 1, usando regra de três simples, temos

área	litros
10000	7200
x	$C(x)$

Resolvendo a regra de três acima, obtemos $C(x) = \frac{18}{25}x$

De modo análogo, seja $M(x)$ a quantidade de litros de etanol de milho em x metros quadrados de área plantada.

À partir da tabela 1, usando regra de três simples, temos

área	litros
10000	2500
x	$M(x)$

Resolvendo a regra de três acima, obtemos $M(x) = \frac{1}{4}x$

Como exemplo: Se um terreno tem $100m^2$ de área, temos

$$C(100) = \frac{18 \cdot 100}{25} = 72 \text{ litros de etanol}$$

e

$$M(100) = \frac{1 \cdot 100}{4} = 25 \text{ litros de etanol}$$

Como dito no início dessa seção, se nos restringirmos meramente a saber quando o número é maior do que outro, os exemplos acima sugerem que a produtividade de etanol de cana de açúcar, em um terreno fixado, é maior do que a produtividade de etanol de milho no mesmo terreno.

Contudo, para vermos como a resposta matemática, apesar de importante, é carente de mais informações, poderemos elencar uma série de questões sobre essa resposta.

Por exemplo, a fertilidade do terreno é mais propícia para a cana de açúcar ou para o milho? Será necessário gastar bastante com adubo para poder assegurar a produtividade da cana? Se sim, vale a pena fazer tais gastos?

Um outro problema: qual das duas culturas tem o cultivo mais simples e menos custoso financeiramente?

Qual das duas culturas exige menos adubação, menos água, menos defensivos agrícolas?

Mais ainda: Qual delas é mais simples de colher e de armazenar?

Finalizamos essa seção com os dados da produção de cana de açúcar no Brasil no ano de 2019. Aqui podemos ver como Bautista Vidal tinha razão com relação a afirmação de o Brasil ser autossustentável na produção de biocombustíveis.

No ano de 2019, o Brasil plantou 8,4 milhões de hectares de cana de açúcar (Cultivar, 2024). Se usarmos a função estudada acima isso dá um total de 60,7 bilhões ($8,4 \text{ milhões} \times 72000$) de litros de etanol e nesse mesmo ano, 2019, o Brasil consumiu apenas 22 bilhões de litros de etanol (Unica, 2024).

Mostrando uma ampla autossuficiência nesse item. É claro que a cana de açúcar é usada para outros fins, para fazer açúcar, por exemplo.

Porém, como o etanol pode ser feito de diversas outras matérias primas, como o milho, a mandioca etc, a aposta de Bautista Vidal na autossuficiência brasileira parece algo bastante razoável.

2.2 Medidas de comprimento, área e volume

As unidades de medida são modelos estabelecidos para medir diferentes grandezas, tais como comprimento, capacidade, massa, tempo e volume.

2.2.1 Medida de Comprimento

As medidas de comprimento são ferramentas eficazes de medição, pois utilizam unidades convencionais como milímetro, centímetro, metro e quilômetro. Essas unidades foram desenvolvidas com o objetivo de reduzir a chance de erros durante o processo de mensuração.

Múltiplos			Base	Submúltiplos		
Quilometro	hectometro	Decametro	Metro	Decimetro	Centimetro	milimetro
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
1000 m	100 m	10 m	1 m	0,1 m	0,01 m	0,001 m

Tabela 2 – Tabela de múltiplos e submúltiplos do metro.

A unidade fundamental do Sistema Internacional de Unidades (SI) é o metro. O metro possui múltiplos, que representam distâncias maiores, e submúltiplos, que correspondem a

distâncias menores.

- Os múltiplos do metro incluem o quilômetro (km), hectômetro (hm) e decâmetro (dam).
- Os submúltiplos do metro são o decímetro (dm), centímetro (cm) e milímetro (mm).

Os múltiplos do metro referem-se a grandes distâncias e são chamados assim porque resultam de uma multiplicação do metro por potências de dez. Por outro lado, os submúltiplos representam distâncias menores e são obtidos pela divisão do metro por potências de dez. Esses submúltiplos estão localizados à direita na tabela, com o metro no centro, sendo a unidade de referência.

2.2.2 Medidas de Massa

A unidade básica de massa é o grama (g), e seus submúltiplos são usados para medir objetos com massas menores: o decigrama (dg), o centigrama (cg) e o miligrama (mg).

Para medir massas maiores que o grama, utilizam-se os múltiplos: decagrama (dag), hectograma (hg) e quilograma (kg).

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade padrão de massa é o quilograma (kg).

Utilizando o grama como unidade base, os múltiplos e submúltiplos das unidades de massa estão organizados na tabela a seguir.

Múltiplos			Base	Submúltiplos		
Quilograma	hectograma	Decagrama	Gramas	Decigrama	Centigrama	miligrama
kg	hg	dag	g	dg	cg	mg
1000 g	100 g	10 g	1 g	0,1 g	0,01 g	0,001 g

Tabela 3 – Tabela de múltiplos e submúltiplos do grama.

Além dessas unidades, existem outras como a tonelada, que é um múltiplo do grama.

Uma tonelada equivale a 1000000 g ou 1000 kg, sendo comumente utilizada para expressar grandes massas.

A arroba, uma unidade de medida utilizada no Brasil, é empregada principalmente para determinar a massa de rebanhos bovinos, suínos e outros produtos. Uma arroba equivale a 15 kg.

2.2.3 Medidas de Capacidade

As medidas de capacidade indicam o volume interno dos recipientes. Dessa forma, é possível determinar o volume de um corpo, por exemplo, enchendo-o com um líquido de volume conhecido.

A unidade padrão de medida de capacidade é o litro, sendo que seus múltiplos (kl, hl e dal) e submúltiplos (dl, cl e ml) também são amplamente utilizados.

Múltiplos			Base	Submúltiplos		
Quilolitro	hectolitro	Decalitro	Litro	Decilitro	Centilitro	mililitro
kl	hl	dal	g	dl	cl	ml
1000 l	100 l	10 l	1 l	0,1 l	0,01 l	0,001 l

Tabela 4 – Tabela de múltiplos e submúltiplos do litro.

Em algumas situações, é necessário converter a unidade de medida de capacidade para uma unidade de medida de volume, ou vice-versa. Nesse caso, podemos utilizar as seguintes relações:

$$1m^3 = 1000l$$

$$1l = 1dm^3$$

2.3 Área de figuras planas

Dentre as várias maneiras conhecidas de apresentar o conceito de área de uma superfície plana, consideraremos a forma simplificada pela qual (NETO, 2013) a define: “Intuitivamente, a área de uma região no plano é um número positivo que associamos à mesma e que serve para quantificar o espaço por ela ocupado”.

2.3.1 Área do Quadrado e do Retângulo

Considere o retângulo $ABCD$ presente na Figura, de base b e altura h , e vamos tomar como unidade de área um quadradinho com lado de $1 u.a$ de comprimento, cuja área corresponde a $1 u.a^2$.

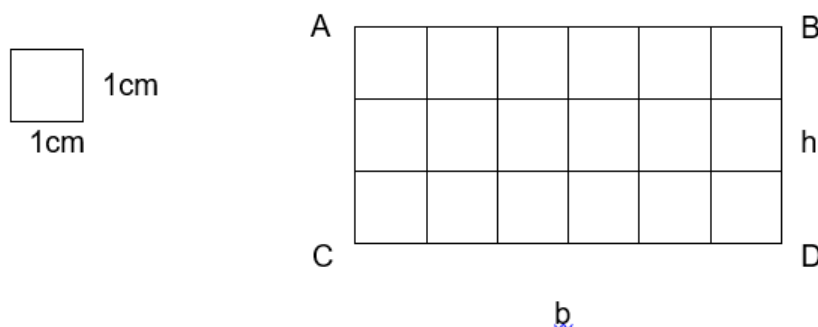


Figura 1

Para calcular a área de uma figura plana, precisamos compará-la com uma unidade de medida de área, que é uma figura com dimensões unitárias. Dessa forma, podemos verificar quantas vezes essa figura unitária “se encaixa” na região que queremos medir.

Neste caso específico, podemos observar que, na base b do retângulo, cabem 6 quadrados, e na altura h , cabem 3. Portanto, a área do retângulo será dada pelo produto: $6 \times 3 = 18$, logo, a área do retângulo é de 18cm^2 .

Esse raciocínio pode ser generalizado para calcular a área de qualquer região retangular, que será sempre o produto do comprimento da base pela altura. Ou seja, a fórmula para a área de um retângulo é:

$$\text{Área do retângulo} = \text{base} \times \text{altura} = b \times h.$$

O mesmo raciocínio se aplica ao quadrado, que é um caso particular de retângulo. Assim, a área de um quadrado de lado l pode ser representada por:

$$\text{Área do quadrado} = l \times l = l^2.$$

É importante notar que o quadradinho foi escolhido como unidade de medida de área, mas poderíamos ter escolhido outra figura, como um pequeno círculo. No entanto, ao usar círculos como unidades, teríamos mais dificuldades em descrever a área ocupada, o que talvez explique por que o quadradinho se consolidou como a unidade padrão de área.

Por fim, surge a questão: uma vez que escolhemos o quadradinho como unidade de área, como calcular a área de figuras mais complexas, como um círculo ou outras formas não limitadas por linhas retas? Embora não abordemos o caso do círculo aqui, sugerimos consultar o (Lima; Carvalho; Wagner; Morgado, 2005), para mais detalhes.

2.3.2 Área do Paralelogramo

Sabendo como calcular a área de um retângulo, podemos estender esse conceito para calcular a área de um paralelogramo. Considere o paralelogramo $ABCD$, com base BC de comprimento b e altura AE (perpendicular à base BC) de comprimento h , como ilustrado abaixo.

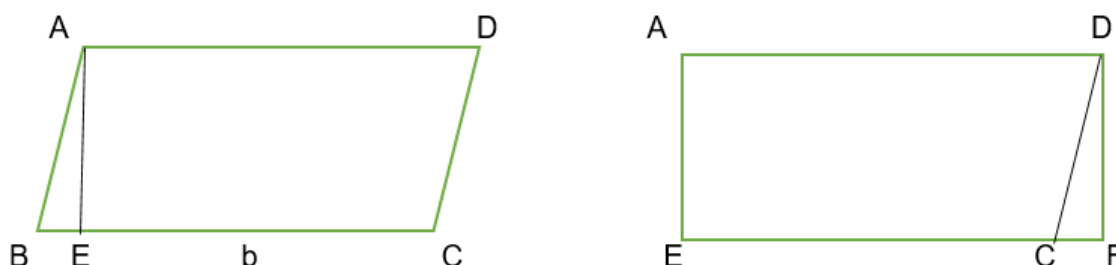


Figura 2 – Paralelogramo

A área da região $ABCD$ é igual à área de um retângulo $AEFD$, que pode ser obtida ao deslocar o triângulo ABE para a posição CFD , sem alterar as medidas da base nem da altura. Assim, a área do paralelogramo é dada pela fórmula:

$$\text{Área do paralelogramo} = \text{área do retângulo} = \text{base} \times \text{altura} = b \times h.$$

2.3.3 Área do Triângulo

Considere o triângulo ABC na figura abaixo, onde AD representa sua altura h em relação a base BC .

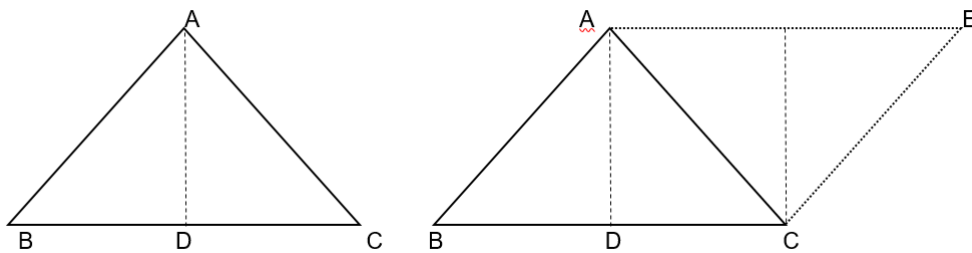


Figura 3 – Triângulo

Para calcular a área da região plana limitada pelo triângulo ABC , consideramos dois triângulos idênticos. Ao girar um deles em 180 e sobrepor os dois triângulos, formamos um paralelogramo. Como os dois triângulos que formam o paralelogramo são congruentes, a área de cada triângulo corresponde à metade da área do paralelogramo.

Temos que,

$$\text{Área do Triângulo} = \frac{\text{Área do paralelogramo}}{2} = \frac{\text{Base} \times \text{altura}}{2}$$

3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

3.1 Aula 1 - Um Retrospecto da Jornada de Bautista Vidal e Suas Ideias de Autonomia Energética.

3.1.1 Objetivo:

Falar a respeito de quem foi Bautista Vidal e sua importância no cenário científico brasileiro e suas principais ideias sobre a autonomia energética.

3.1.2 Tempo:

50 minutos

3.1.3 Local:

Sala de aula com TV para exibição de slides e vídeos.

3.1.4 Recursos utilizados:

- Slides com informações e imagens relacionadas à vida e à obra de Bautista Vidal.
- Vídeos curtos que apresentem momentos marcantes de sua trajetória ou conceitos chave de sua visão energética.

- Quadro branco para anotações e interação com os alunos.

- Abertura - Cumprimente os alunos e introduza o tema da aula:

"Hoje vamos conhecer Bautista Vidal, um cientista visionário que deixou um legado fundamental para a discussão sobre energia no Brasil. Vamos entender sua história e como suas ideias nos ajudam a enxergar o futuro energético do país."

- Introdução: Quem foi Bautista Vidal?

- Breve biografia: formação acadêmica, trajetória científica e cargos importantes ocupados no Brasil.

- Destaque para sua atuação como pioneiro no uso de biomassa e na criação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool).

- Slides com imagens de Bautista Vidal, frases marcantes e momentos significativos de sua carreira.
- Exiba um vídeo curto (2-3 minutos) com depoimentos ou reportagens sobre Bautista Vidal e sua visão energética.
- Sobre a Obra e Pensamentos de Bautista Vidal
 - As principais ideias de Vidal sobre autonomia energética.
 - Uso da biomassa como fonte de energia renovável.
 - Críticas à dependência do Brasil em relação a fontes de energia estrangeiras.
 - Proposta de aproveitar o potencial energético do país, especialmente o etanol derivado da cana-de-açúcar.
 - A visão de sustentabilidade integrada à economia e à sociedade.
 - Apresente dados e gráficos simples (via slides) que ilustrem o impacto do Próálcool e da biomassa na matriz energética brasileira.
 - Faça perguntas, como: "Por que vocês acham que a biomassa era tão importante na visão de Bautista Vidal?" "Quais desafios vocês imaginam que ele enfrentou ao defender essas ideias?"
- O Projeto de Autonomia Energética
 - A visão de Bautista Vidal sobre um Brasil autônomo em energia, utilizando seus próprios recursos renováveis.
 - Comparação com desafios energéticos contemporâneos, como o avanço dos combustíveis fósseis e as mudanças climáticas.
 - Proponha uma discussão breve: "Vocês acham que o Brasil é hoje mais independente em termos energéticos? Por quê?"
- A Importância do Potencial Energético Brasileiro
 - Destaque para as riquezas naturais do Brasil, como sol, biomassa, água e solo fértil.
 - O papel do país como líder global em biocombustíveis.
 - A relevância de unir ciência, política e sociedade para aproveitar esses recursos de forma sustentável.

- Mostre dados visuais (mapas e gráficos) destacando a matriz energética brasileira.
- Faça conexões com temas globais, como sustentabilidade e inovação tecnológica.
- Encerramento e Reflexão
 - Retome os pontos principais da aula.
 - Faça perguntas: "O que mais chamou atenção sobre Bautista Vidal e suas ideias?" "Como a energia renovável pode impactar o futuro do Brasil?"
 - Incentive os alunos a pensarem na interseção entre ciência, sustentabilidade e sociedade.

Essa sequência proporciona uma abordagem dinâmica e interdisciplinar, conectando a biografia de Bautista Vidal a questões energéticas relevantes para os alunos e para o país.

3.2 Aula 2 - A Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil e Seu Desenvolvimento Histórico

3.2.1 Objetivo:

Explorar a história e relevância da cana-de-açúcar no Brasil, abordando sua evolução histórica, aspectos econômicos e energéticos, e destacando seu papel no Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Introduzir a elaboração de um experimento prático sobre a produção de etanol para engajar os alunos.

3.2.2 Tempo:

50 minutos

3.2.3 Local:

Sala de aula equipada com TV para exibição de slides e vídeos.

3.2.4 Recursos utilizados:

- Slides com imagens, tabelas e cronogramas históricos.
- Vídeos curtos sobre a produção de cana-de-açúcar e o Proálcool.
- Quadro branco para anotações e construção de ideias durante a aula.
- Instruções do experimento (impressas ou digitais) para entrega ao final da aula.

- Abertura - Apresente a temática: "Hoje vamos falar sobre a cana-de-açúcar no Brasil: um produto que moldou nossa história e continua sendo essencial, especialmente no campo da energia renovável."
 - "Vamos entender a importância histórica da cana, como ela impulsionou o Próálcool e como pode inspirar novas ideias no presente."
- A Produção de Cana-de-Açúcar no Brasil
 - Breve histórico: introdução da cana-de-açúcar no Brasil colonial e seu impacto na economia (engenhos, monocultura e ciclo do açúcar).
 - Transição histórica até o uso moderno: papel como matéria-prima para a produção de etanol.
 - Atualidade: o Brasil como um dos maiores produtores de cana e exportadores de açúcar e etanol no mundo.
 - Exiba um vídeo curto (3-5 minutos) sobre a história da cana-de-açúcar no Brasil.
- Sobre o Próálcool
 - Introdução ao Programa Nacional do Álcool (Proálcool): contexto da crise do petróleo, objetivos, implementação e impacto na economia e no meio ambiente.
 - Importância do Próálcool para a redução da dependência de combustíveis fósseis e fortalecimento do uso do etanol.
 - Exiba um vídeo ou slides com imagens (2-3 minutos) explicando o funcionamento do Próálcool.
 - Faça perguntas: "Vocês acham que o Próálcool foi uma solução sustentável para o Brasil? Por quê?" "Como o etanol ajudou a diversificar a matriz energética brasileira?"
- Potencialidades Além da Energia
 - Aproveitamento completo da cana-de-açúcar: Produção de açúcar, etanol, energia elétrica (bagaço), bioplásticos e produtos farmacêuticos.
 - Reflexão sobre a diversidade de usos e seu impacto na economia e sustentabilidade.
 - Apresente casos reais de produtos derivados da cana (exemplo: bioplástico e bioeletricidade).

- Promova uma discussão breve: "Além do etanol, que outros usos da cana vocês conhecem ou acham interessantes?"

- **Introdução ao Experimento: Produção de Etanol**

- Explicação inicial do experimento que será realizado em aula prática.
- Importância do experimento: vivenciar na prática o que foi discutido em aula.
- Utilize slides ou diagramas para explicar o processo químico da produção de etanol.
- Distribua um guia com as etapas do experimento e os materiais necessários.
- Faça uma demonstração inicial ou mostre um vídeo ilustrativo e informe que o experimento será realizado em uma aula futura.

- **Encerramento e Reflexão**

- Resuma os pontos abordados na aula: A relevância histórica da cana-de-açúcar; O papel do Proálcool na transformação energética; As múltiplas possibilidades de aproveitamento da cana-de-açúcar.
- Faça perguntas para instigar a curiosidade: "Como vocês acham que podemos inovar no uso da cana-de-açúcar hoje? Quais outras culturas agrícolas poderiam ter um papel tão importante quanto a cana-de-açúcar no Brasil?"
- Prepare os alunos para a aula prática, incentivando a pesquisa prévia sobre o processo de fermentação e produção de etanol.

Essa aula combina aspectos históricos, técnicos e práticos, conectando o aprendizado teórico ao cotidiano. Ao introduzir o experimento, promove-se o engajamento dos alunos, incentivando-os a explorar a ciência de forma ativa e contextualizada.

3.3 Aula 3 - Experimento de Produção de “Etanol” Não Comercial – Primeira Etapa

3.3.1 Objetivo:

Introduzir o experimento de produção de etanol, utilizando conceitos interdisciplinares de química e matemática, para incentivar o pensamento crítico sobre autonomia energética.

3.3.2 Tempo:

50 minutos

3.3.3 Local:

Sala de Laboratório

3.3.4 Recursos utilizados:

- Materiais listados: 1 litro de garapa, fermento biológico, recipientes, chaleira, mangueira, lata de tinta, massa de vidraceiro, gelo, placa aquecedora.

- Quadro branco para anotações matemáticas e explicações.
- Calculadora para cálculos práticos de proporcionalidade e conversões.
- Projetor ou TV para exibir o passo a passo e os objetivos do experimento.

Abertura - Recepção e contextualização: Explique brevemente o objetivo do experimento: "Hoje vamos realizar um experimento simples para produzir etanol, algo que Bautista Vidal defendia como uma solução para a autonomia energética do Brasil."

- Ressalte que o foco é aprender o processo básico e refletir sobre o potencial energético, e não criar um produto comercial.

Interdisciplinaridade:

- Apresente o(a) professor(a) de Química, que dará suporte técnico durante o experimento.
- Explique que conceitos de química e matemática serão aplicados de forma prática.

Preparação do Equipamento e Discussão Teórica

- Montagem do equipamento: Demonstre (ou peça aos alunos para ajudar) a preparar o sistema:

1. Fixar a mangueira no bico da chaleira usando a massa de vidraceiro ou durepóxi, garantindo que fique vedado.
2. Colocar o outro extremo da mangueira dentro da lata de tinta vazia, que será usada como coletor.
3. Colocar gelo na lata de tinta para facilitar a condensação do vapor.
4. Explique que a chaleira será usada para ferver a garapa fermentada, e o vapor passará pela mangueira, onde será resfriado e convertido em um líquido que contém etanol.

- Discussão teórica de Química: O(a) professor(a) de Química explica os processos:

- Fermentação: transformação do açúcar em álcool pelo fermento biológico. - Destilação: separação do etanol pela evaporação e condensação. - Segurança: cuidado com aquecimento e manuseio.
- Matemática aplicada: Proporcionalidade e regra de três:
 - Apresente uma situação prática: "Se temos 1 litro de garapa, quanto fermento será necessário para a proporção correta de fermentação?"
 - Resolva no quadro com os alunos.
 - Medidas de capacidade: Discuta as unidades utilizadas (litros e mililitros) e como converter.
- Execução da Fermentação
 - Mistura inicial: Oriente os alunos a misturarem o fermento biológico com o litro de garapa em um recipiente disponível.
 - Explique que o fermento converte o açúcar em álcool, iniciando o processo de fermentação.
- Discussão prática: O(a) professor(a) de Química pode explicar o tempo necessário para a fermentação (24 a 48 horas em condições ideais) e a importância da temperatura.
- Relacione a atividade com conceitos matemáticos:
 - Exemplo: "Se a eficiência de fermentação é de 80%, quanto etanol será produzido a partir de 1 litro de garapa?"
 - Utilize funções afins para modelar a relação entre a quantidade de garapa e o etanol produzido.
- Armazenamento do líquido fermentado
 - Oriente os alunos a armazenarem a mistura fermentada adequadamente até a próxima aula, onde ocorrerá a destilação.
- Encerramento e Reflexão
 - Resumo da etapa realizada. Reforce os principais pontos.
 - Fermentação como etapa inicial na produção de etanol.
 - Conceitos de proporção e capacidade aplicados no experimento.

- Discussão final
 - "Por que entender o processo de fermentação é importante para a produção de etanol em larga escala?"
 - "Como podemos melhorar esse processo em termos de eficiência e sustentabilidade?"
- Preparação para a próxima aula
 - Explique que na próxima aula será realizada a destilação do líquido fermentado, aplicando os conceitos discutidos hoje.
 - Solicite que os alunos pesquisem exemplos de uso de etanol no cotidiano e suas vantagens ambientais.
- Considerações Importantes
 - O experimento deve ser conduzido com supervisão constante para garantir segurança.
 - Priorize o aprendizado e a compreensão do processo, evitando complexidades técnicas que possam desmotivar os alunos.
 - Incentive a participação ativa, envolvendo diferentes alunos em cada etapa do experimento.

3.4 Aula 4 - Finalização do Experimento de Produção de Etanol Não Comercial

3.4.1 Objetivo:

Concluir o experimento de produção de etanol, enfatizando a transformação final do processo de destilação. Além disso, analisar a viabilidade econômica e didática da produção em pequena escala, integrando conceitos matemáticos e químicos.

3.4.2 Tempo:

3.4.3 Local:

3.4.4 Recursos utilizados:

Materiais previamente preparados durante a Aula 3:

- Líquido fermentado após 5 dias de repouso.
- Sistema de destilação montado (chaleira, mangueira, lata de tinta com serpentina, fonte de aquecimento e recipiente coletor).

- Quadro branco para explicações teóricas e matemáticas.
- Calculadora para os cálculos de proporcionalidade e eficiência.
- Abertura e Recapitulando a Primeira Etapa
 - Revisão da etapa de fermentação. Pergunte aos alunos: "O que aconteceu durante os 5 dias de repouso do caldo de cana com fermento?"
 - Explique que a fermentação converteu os açúcares em álcool, criando o líquido fermentado (mosto).
- Introdução à destilação: "Hoje realizaremos a destilação para extrair o etanol presente no mosto fermentado. Esse processo separa substâncias com diferentes pontos de ebulição, como água e álcool."
- Preparação do Sistema de Destilação
 - Verificação do sistema montado. Certifique-se de que:
 - A mangueira esteja bem fixada no bico da chaleira com massa de vidraceiro ou durepóxi.
 - A serpentina esteja enrolada dentro da lata de tinta.
 - O furo da lata esteja vedado para evitar vazamentos.
- Montagem final
 - Encha a lata com água e gelo para resfriar o vapor que passará pela serpentina.
 - Posicione o recipiente coletor na extremidade livre da mangueira
- Execução da Destilação (25 minutos) Processo de aquecimento:
 - Adicione o líquido fermentado (mosto) à chaleira ou bule.
 - Ligue a fonte de aquecimento (placa aquecedora) em temperatura baixa.
 - Explique que o etanol começa a evaporar a aproximadamente $78,5^{\circ}\text{C}$, enquanto a água evapora a 100°C .
- Observação do processo
 - À medida que o vapor passa pela mangueira e resfria na serpentina, ele se condensa, formando um líquido que escorrerá até o recipiente coletor.
 - Oriente os alunos a observar as etapas e anotar o volume coletado.

- Cálculos matemáticos práticos

- Proporcionalidade:

Determine com os alunos a proporção entre o volume de caldo inicial e o etanol obtido.

"Se usamos 1 litro de caldo e obtivermos 100 mL de etanol, qual é a taxa de conversão?"

- Regra de três simples

Pergunte: "Se quisermos produzir 5 litros de etanol, quanto caldo de cana será necessário?"

- Medidas de capacidade e conversões

Relacione os volumes coletados com unidades menores, como mililitros, e explore a conversão entre elas.

- Reflexão e Discussão

- Viabilidade econômica e sustentável. Discuta com os alunos:

- "Esse método seria viável para produção em grande escala? Por quê?"

- "Quais são os desafios para produzir etanol em casa?"

- "Como podemos utilizar esse conhecimento para melhorar nossa compreensão sobre autonomia energética?"

- Conexão com a realidade brasileira

- Reforce a importância da cana-de-açúcar como uma matéria-prima abundante no Brasil.

- Discuta a relevância do etanol na matriz energética brasileira e como iniciativas como o Proálcool contribuíram para isso.

- Encerramento e Próximos Passos - Resumo final

- Revise os conceitos: fermentação, destilação, proporcionalidade e eficiência.

- Relacione a prática com a ciência e a matemática abordadas.

- Atividade extra

- Proponha que os alunos calculem, como tarefa, o custo estimado para produzir 1 litro de etanol considerando o preço da cana-de-açúcar, do fermento e dos equipamentos utilizados.

- Mensagem final

- "Esse experimento não apenas nos mostrou como produzir etanol de forma simples, mas também como a ciência pode ser aplicada para resolver problemas práticos e fomentar a sustentabilidade."

Observações Importantes

- Certifique-se de que o experimento seja conduzido com segurança, supervisionando os alunos durante o aquecimento.
- Deixe claro que o etanol produzido não é adequado para consumo humano ou uso comercial.
- Envolver todos os alunos, atribuindo funções específicas para garantir participação ativa.

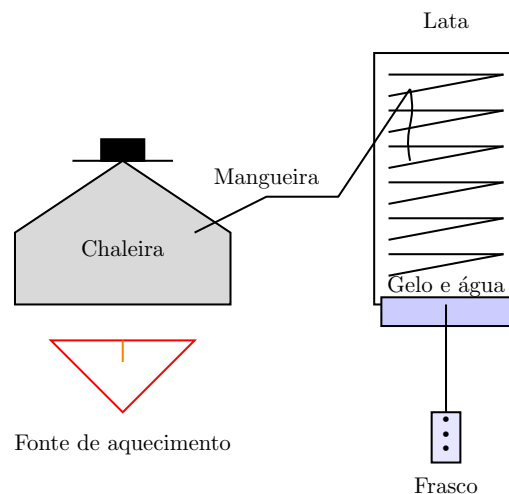


Figura 4 – Esquema do Experimento.

No link abaixo serão dadas mais informações a respeito do experimento. [Clique neste link.](#)

4 CONCLUSÃO

A sequência didática proposta busca alcançar diversos objetivos fundamentais para o ensino médio, destacando-se a valorização da interdisciplinaridade e a integração de saberes entre química, matemática e questões históricas e sociais. Por meio das aulas, pretende-se despertar nos alunos a consciência sobre a importância da autonomia energética e do potencial brasileiro para alcançar esse objetivo, ao mesmo tempo em que se desenvolvem habilidades práticas e teóricas.

Ao abordar temas como a trajetória de Bautista Vidal, a produção da cana-de-açúcar e sua relevância histórica, bem como a experimentação prática para obtenção de etanol, espera-se não apenas transmitir conhecimentos, mas também incentivar o protagonismo estudantil e o pensamento crítico. A aplicação prática de conceitos matemáticos e científicos no contexto de um experimento real reforça a importância desses conteúdos no cotidiano e na formação de uma visão de mundo ampla e consciente.

Com isso, espera-se que os estudantes compreendam o papel da ciência na busca por soluções sustentáveis e inovadoras, percebam o potencial do Brasil como potência energética e desenvolvam uma perspectiva mais ampla sobre o impacto e as possibilidades da interdisciplinaridade no enfrentamento de desafios globais. Este produto educacional, portanto, constitui uma ferramenta significativa para professores que desejam promover um ensino contextualizado, motivador e transformador.

REFERÊNCIAS

CONAB. 2024. <<http://surl.li/azhsrw>>. Acesso 20 de nov de 2024.

CULTIVAR, R. E. 2024. <<http://surl.li/mavdoy>>. Acesso 20 de nov de 2024.

FILHO, A. R.; VASCONCELOS, D. S. d.; JR, O. F. A contribuição francesa ao ensino e à pesquisa em geofísica no estado da bahia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 25, p. 218–225, 2003.

GOV, A. 2024. <<http://surl.li/tbxssl>>. Acesso 20 de nov de 2024.

IBGE. 2024. <<http://surl.li/tbxssl>>. Acesso 20 de nov de 2024.

LIMA, E. L. **Números e funções reais**. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Matemática, 2013.

LIMA, E. L.; CARVALHO, P. C. P.; WAGNER, E.; MORGADO, A. C. **Temas e problemas elementares**. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Matematica, 2005.

NETO, A. C. M. Geometria. **Rio de Janeiro: SBM**, 2013.

ROCHA, J. F. M.; FILHO, A. R. Bautista vidal: diálogos sobre ciência, tecnologia, educação e desenvolvimento. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 8, n. 1, p. 115–131, 2015.

UNICA. 2024. <<http://surl.li/jtecvm>>. Acesso 20 de nov de 2024.

VIDAL, J. W. B. **Ciência, Indústria e Universidade**. Salvador-BA: Salvador: Publicação do Instituto de Matemática e Física da UFBA, 1966.